

普通高等教育机械类课程规划教材

理论力学基本训练

◎彭俊文 邱清水 唐学彬 古 滨 编著

(B 册)

姓名 _____
学号 _____ 序号 _____

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育机械类课程规划教材

理论力学基本训练

B 册

彭俊文 唐学彬 古 滨 邱清水 编著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育部《高等学校工科本科课程教学基本要求》和教育部工科力学教学指导委员会有关《工科力学课程教学改革的基本要求》编写而成的。全书共 15 章、3 个单元，每章的开头是本章的重点、难点、考点、习题分类与解题要点的归纳总结，后面是本章的单项选择题（作图题）、计算题等训练题目。便于帮助实现分级教学，计算题进行了分类与分级，大部分计算题中的部分参数可根据需要由教师重新给定，避免学生盲目抄袭作业或答案。本书配有 3 个单元的自测题，并编有适用于多、中学时以及考研不同层次的理论力学模拟试题。

本书可作为高等院校工科相关专业理论力学课程的作业用书（分成 A、B 二个独立分册交替使用）和教学辅导用书，也可作为学生考研、竞赛、巩固复习用书，及夜大、电大、职大等学生的教学辅导用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

理论力学基本训练：AB册/彭俊文等编著. —北京：北京理工大学出版社，2016.10

ISBN 978-7-5682-1907-5

I. ①理… II. ①彭… III. ①理论力学—高等学校—习题集 IV. ①O31-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 265098 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775（总编室）

(010) 82562903（教材售后服务热线）

(010) 68948351（其他图书服务热线）

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 11.75

字 数 / 290 千字

版 次 / 2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

总 定 价 / 26.00 元

责任编辑 / 陆世立

文案编辑 / 赵 轩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换

前 言

为了适应新世纪课程分级教学的需要和对学生能力培养的要求，我们在总结多年来教学实践的基础上，按照教育部《高等学校工科本科理论力学课程教学基本要求》和教育部工科学教学指导委员会《面向二十一世纪工科学课程教学改革的基本要求》，根据当前国内主流教材的基本内容，将理论力学中的基本概念，典型习题中普遍存在的具有代表性、易出错的问题，以主观和客观习题的形式编写了这本《理论力学基本训练》。

本书结合近年来西华大学理论力学课程和力学课程省级教改成果与力学实验课程省级教改成果为一体。本书的编写内容及顺序与目前国内出版的各类主流《理论力学》教材基本一致，包括 15 章，共分 3 个单元：静力学单元（静力学公理和物体受力分析、平面汇交力系与力偶系、平面任意力系、摩擦、空间力系）、运动学单元（点的运动学、刚体基本运动、点的合成运动、刚体平面运动）、动力学单元（质点动力学的基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理、达朗伯原理、虚位移原理）。本书的每章先是本章的重点、难点、考点、习题分类与解题要点的归纳总结，之后是本章的选择题（作图题）、计算题等二类训练题目。本书配有 3 个单元的自测题，并编有适用于多、中学时以及考研不同层次的理论力学模拟试题。

本书的主要特点有：

（1）便于帮助实现分级教学。对各章的重点、难点、考点、习题分类与解题要点做了归纳总结，将选择题分为基本型、提高型两档，对计算题进行了分类与分级（作了标注说明），以便于教师布置作业、以利于学生形成知识结构体系。全书 3 个单元，包括了基本部分内容和专题部分内容（主要供多学时选用）。同时计算题中的部分参数可根据需要由教师重新给定，避免学生盲目抄袭作业或答案。此外，相对于少、中学时有一定难度的基本部分或专题部分内容前标注了“※”；专题部分内容前标注了“☆”，主要供多、中学时选用。

（2）可增强教与学的互动性。编写形式介于教材、学习指导书和习题集之间，为师生之间搭建了一个互动桥梁。可达到使学生不仅要看，还要动手练的双重效果。该书可作为作业用书，也可作为课堂讨论、小测验、半期测验用书。

（3）是一本个性化的复习参考资料。学生可直接在本书上完成作业，省去了抄题和其他重复性的工作，利于学生把时间和精力集中在分析问题、解决问题上。本书分成 A、B 二个独立分册使用，并交替提交作业。本书将教与学更紧密地结合在一起，对学生而言它将是一本较完整、能长期保存的个性化的复习参考资料。同时本书附上了理论力学课程教学要求，便于师生把握教与学。

本书可作为高等院校土建、机械、材料、航空航天、水利、动力等工科相关专业理论力学课程的作业用书和教学辅导用书，可作为学生考研、竞赛、巩固复习用书，也可作为夜大、电大、职大等学生的教学辅导用书。

本书是在西华大学校内自编《理论力学训练册》近十年使用的基础上，经过全面更正、全方位的更新和补充而成的。

本书由西华大学彭俊文、邱清水、唐学彬、古滨等编著。第 1 至 5 章以及静力学单元自测题由西华大学唐学彬和田云德编写，第 6 至 9 章以及运动学单元自测题由西华大学邱清水和胡文绩编写，第 10 至 15 章以及动力学单元自测题由西华大学彭俊文和古滨编写。理论力学多、中

B 册目录

第 2 章 平面汇交力系与力偶系	(1)
第 4 章 摩擦	(9)
第 5 章 空间力系	(17)
第 7 章 刚体的简单运动	(27)
第 9 章 刚体平面运动	(35)
第 11 章 动量定理	(46)
第 13 章 动能定理	(54)
☆第 15 章 虚位移原理	(66)
动力学单元自测题	(74)
理论力学模拟试题 (多学时)	(80)
参考文献	(84)

第 2 章 平面汇交力系与力偶系

【本章重点】

- (1) 平面汇交力系的合成与平衡问题的几何法和解析法。
- (2) 力在坐标轴上的投影的概念、力矩的概念和计算。
- (3) 力偶矩的概念, 力偶的性质, 平面力偶系的合成与平衡。

【本章难点】

平面汇交力系的平衡问题的解析法, 力偶的性质。

【本章考点】

- (1) 平面汇交力系平衡问题。
- (2) 平面力偶系平衡问题。

【本章习题分类与解题要点】

本章计算题大致包含以下几类:

- (1) 求平面汇交力系的合力。
- (2) 根据平面汇交力系平衡条件求解构件受力、约束力。
- (3) 根据力偶的性质及平面力偶系的平衡条件求解约束力。

【2-1 类】选择题

(1) 图 2-1 所示的四个图所示的力三角形, 哪一个图表示力矢 R 是 F_1 和 F_2 两力矢的合力矢量_____。

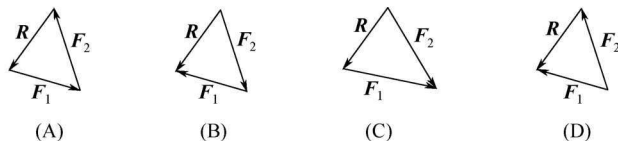


图 2-1

(2) 图 2-2 中四个图所示的是一由 F_1 、 F_2 、 F_3 三个力所组成的平面汇交力系的力三角形, 哪一个图表示此汇交力系是平衡的_____。

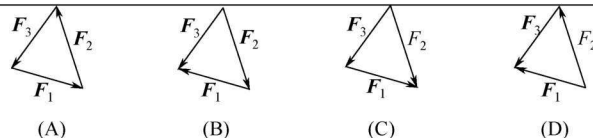


图 2-2

(3) 已知 F_1 、 F_2 、 F_3 为作用于刚体上的一个平面汇交力系, 其各力矢的关系如图 2-3 所示, 则该力系_____。

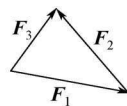


图 2-3

- 【A】有合力 $R = F_1$ 【B】有合力 $R = F_3$
 【C】有合力 $R = 2F_3$ 【D】无合力

(4) 图 2-4 所示四个力 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 , 下列它们在 x 轴上的投影的计算式中, 哪一个正确的_____。

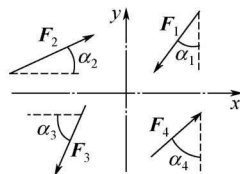


图 2-4

- 【A】 $x_1 = -F_1 \sin \alpha_1$ 【B】 $x_2 = -F_2 \cos \alpha_2$
 【C】 $x_3 = -F_3 \cos(180^\circ + \alpha_3)$ 【D】 $x_4 = -F_4 \sin \alpha_4$

(5) 一个力沿两个互相垂直的轴线的分力与该力在该两轴上的投影之间的关系是_____。

- 【A】两个分力分别等于其在相应轴上的投影
 【B】两个分力的大小分别等于其在相应轴上的投影的绝对值
 【C】两个分力的大小不可能等于其在相应轴上的投影的绝对值

【D】两个分力的大小分别等于其在相应轴上的投影

(6) 一个力沿两个互不垂直的相交轴线的分力与该力在该两轴上的投影之间的关系是_____。

【A】两个分力分别等于其在相应轴上的投影

【B】两个分力的大小分别等于其在相应轴上的投影的绝对值

【C】分力的大小不可能等于其在相应轴上的投影的绝对值

【D】两个分力的大小分别等于其在相应轴上的投影

(7) 如图 2-5 所示直杆重量不计, 两端分别以铰链与一可在光滑的水平 and 垂直滑槽内滑动的滑块 A 和 B 连接, 若在细杆的中点 C 作用一力 $P>0$ 。下列四图的作用力中, 哪一个可使细杆处于平衡_____。

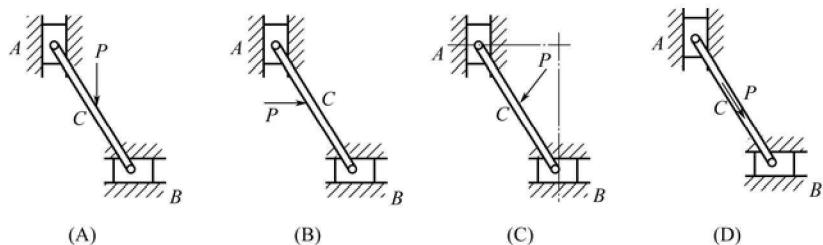


图 2-5

(8) 作用在刚体上仅有 F_A 、 F_B 二力, 且 $F_A+F_B=0$, 则此刚体_____; 作用在刚体上仅有二力偶, 其力偶矩矢分别为 M_A 、 M_B , 且 $M_A+M_B=0$, 则此刚体_____。

【A】一定平衡

【B】一定不平衡

【C】平衡与否不能判断

(9) 汇交于 O 点的平面汇交力系, 其平衡方程可表示为二力矩形式, 即 $\sum M_A(\vec{F}_i)=0$, $\sum M_B(\vec{F}_i)=0$, 但_____。

【A】 A 、 B 两点中有一点与 O 点重合

【B】点 O 不在 A 、 B 两点的连线上

【C】点 O 应在 A 、 B 两点的连线上

【D】不存在二力矩形式, $\sum F_x=0$, $\sum F_y=0$ 是唯一的

【2-2 类】计算题 (求平面汇交力系合力)

[2-2-1] 铆接薄板在孔心 A 、 B 和 C 处受三力作用, 如图 2-6 所示。 $F_1=100\text{N}$, 沿铅直方向; $F_2=50\text{N}$, 方向如图; $F_3=50\text{N}$, 沿水平方向, 都通过点 A , 尺寸如图 2-6 所示。求此力系的合力。

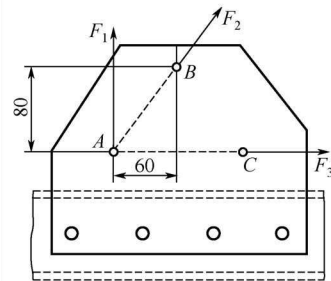


图 2-6

【2-3 类】计算题 (根据平面汇交力系平衡条件求解构件受力、约束力等)

[2-3-1] 物体重 $W=20\text{kN}$, 用绳子挂在支架的滑轮 B 上, 绳子的另一端接在绞车 D 上, 如图 2-7 所示。转动绞车, 物体便能升起。设滑轮的大小、 AB 与 CD 杆自重及摩擦略去不计, A 、 B 、 C 三处均为铰链连接。当物体处于平衡状态时, 拉杆 AB 和支杆 CB 所受的力。

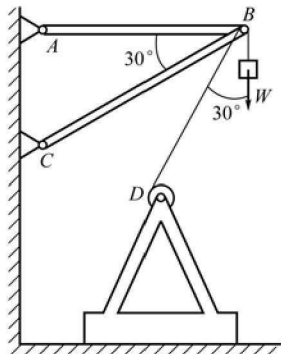


图 2-7

[2-3-2] 电动机重 $W=5000\text{N}$, 放在水平梁 AC 的中央, 如图 2-8 所示。梁的 A 端以铰链固定, 另一端以撑杆 BC 支持, 撑杆与水平梁的交角为 30° 。不计撑杆重, 求撑杆 BC 的内力及铰支座 A 处的约束力。

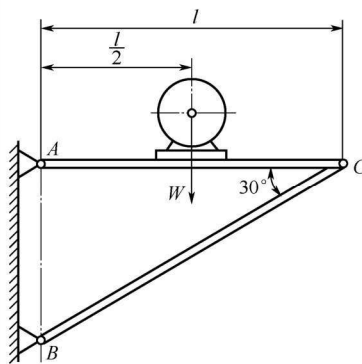


图 2-8

[2-3-3] 铰链四连杆机构 $CABD$ 的 CD 边固定, 在铰链 A 、 B 处有力 F_1 、 F_2 作用, 如图 2-9 所示。机构平衡, 不计杆重。求力 F_1 、 F_2 的关系。

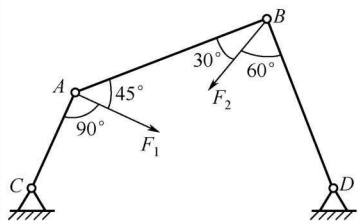


图 2-9

[2-3-4] 如图 2-10 所示在杆 AB 的两端用光滑铰与两轮中心 A 、 B 连接, 并将它们置于互相垂直的两光滑斜面上。两轮重均为 P , 杆 AB 重量不计, 试求平衡时角 θ 之值。若轮 A 的重量 $P_A=300\text{N}$, 欲使平衡时杆 AB 在水平位置, 轮 B 的重量 P_B 应为多少?

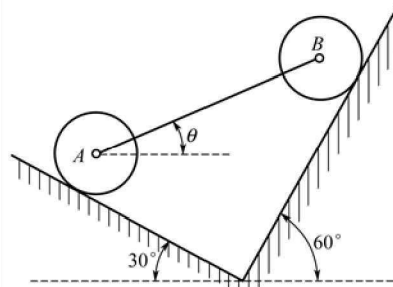


图 2-10

【2-4 类】计算题 (根据力偶的性质及平面力偶系的平衡条件求解约束力)

[2-4-1] 三铰门式刚架受集中载荷 P 作用, 不计架重。求图 2-11 所示情况下支座 A 、 B 的约束反力。

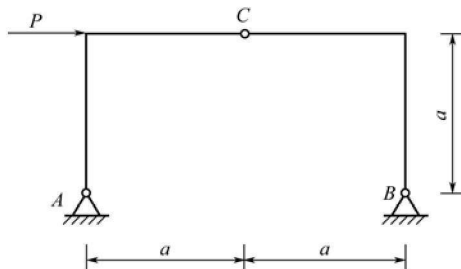


图 2-11

[2-4-2] 锻锤工作时, 作用的力如图 2-12 所示, $F=F'=1000\text{N}$, 偏心距 $e=20\text{mm}$, 锤头高度 $h=200\text{mm}$, 求锤头加给两侧导轨的压力。

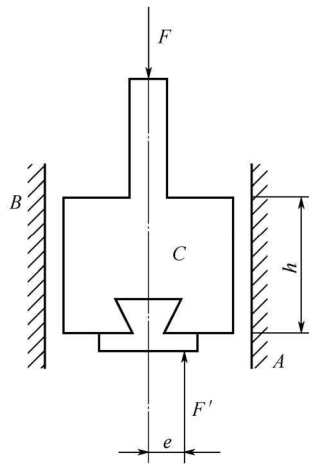


图 2-12

[2-4-3] 已知梁 AB 上作用一力偶, 力偶矩为 M , 梁长为 l , 梁重不计, 如图 2-13 所示。求支座 A 、 B 的约束力。

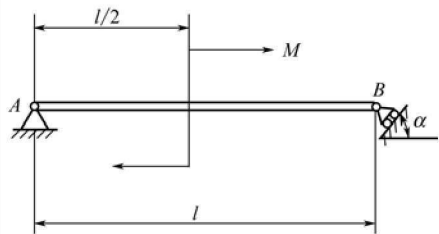


图 2-13

[2-4-4] 图 2-14 所示结构中, 不计杆自重。在构体 AB 上作用一力偶矩为 M 的力偶, 求支座 A 和 C 的约束力。

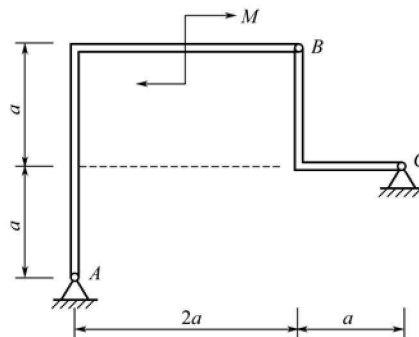


图 2-14

[2-4-5] 曲柄连杆活塞机构上受力 $F=400\text{N}$, 且 $a=100\text{mm}$ 。不计构件自重, 求在曲柄上应加多大的力偶矩 M 可使机构在图 2-15 所示位置平衡。

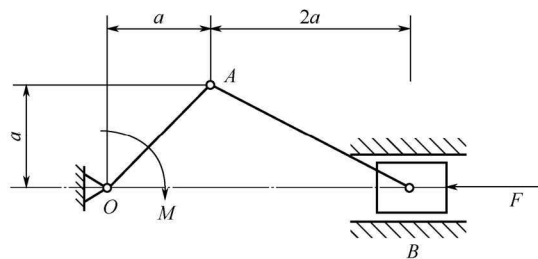


图 2-15

[2-4-6] 角杆 CDA 和 T 字形杆 BDE 在 D 处铰接, 并支撑如图 2-16 所示。若系统受力偶矩为 m 的力偶作用, 不计各杆自重, 求 A 支座反力的大小和方向。

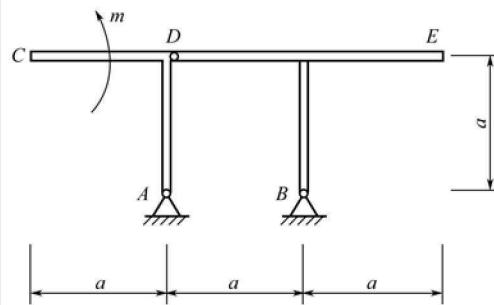


图 2-16

[2-4-7] 已知杆 AB 和 CD 自重不计, 且在 C 处光滑接触, 若作用在 AB 杆上的力偶的矩为 m_1 , 则欲使系统保持平衡, 作用在 CD 杆上的力偶的矩 m_2 的转向如图 2-17 所示, 其矩值是多少?

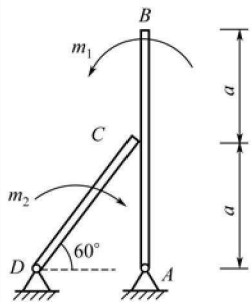


图 2-17

[2-4-8] 四连杆机构 $OABO_1$ 在图 2-18 所示位置平衡, 已知 $OA=40\text{cm}$, $O_1B=60\text{cm}$, 作用在曲柄 OA 上的力偶矩大小为 $M_1=1\text{ N}\cdot\text{m}$, 不计杆重。求力偶矩 M_2 的大小及连杆 AB 所受的力。

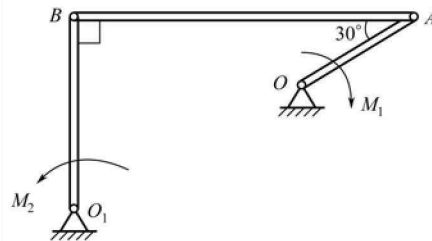


图 2-18

第 4 章 摩擦

[本章重点]

本章介绍了静、动滑动摩擦力的特点, 摩擦角和自锁现象, 对考虑滑动摩擦时的平衡问题进行了讨论与举例, 同时也讨论了滚动摩擦阻力的概念。

本章的重点是静滑动摩擦。

[本章难点]

考虑摩擦的平衡问题是静力学中较为复杂的问题, 关键是对摩擦力进行正确分析和计算。要根据可能发生的运动趋势判断摩擦力的方向, 并对可能发生的各种情况都要进行分析和判断。

[本章考点]

考虑摩擦的平衡问题计算。

[本章习题分类与解题要点]

本章的计算题大致有以下几类:

- (1) 考虑在某一临界情况下的平衡问题。
- (2) 确定平衡范围。
- (3) 计算具有滚动摩擦阻的平衡问题。

【4-1 类】选择题

(1) 如图 4-1 所示木梯重为 P , B 端靠在铅垂墙上, A 端放在水平地面上, 若地面为绝对光滑, 木梯与墙之间有摩擦, 其摩擦系数为 f , 梯子与地面的夹角为 α 。以下四种条件的说法, 哪一种是正确的_____。

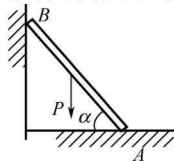


图 4-1

【A】 $\alpha < \arctan f$ 杆能平衡

【B】 $\alpha = \arctan f$ 杆能平衡

【C】只有当 $\alpha < \arctan f$ 杆不平衡

【D】在 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 时, 杆都不平衡。

(2) 如图 4-2 所示, 用钢楔劈物, 接触面间的摩擦角为 φ_m , 劈入后欲使楔子不滑出, 楔子的夹角 α 应为_____。

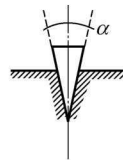


图 4-2

【A】 $\alpha > 2\varphi_m$

【B】 $\alpha < 2\varphi_m$

【C】 $\alpha > \varphi_m$

【D】 $\alpha = \varphi_m$

(3) 如图 4-3 所示压延机由两轮构成, 若烧红的铁板与铸铁轮接触处的摩擦系数为 f , 摩擦角为 $\varphi_m = \arctan f$, 以下四种 α 角 (铁板与铸铁轮接触点的圆心角) 的情况, 哪一种能使铁板被自动压延而进入滚轮_____。

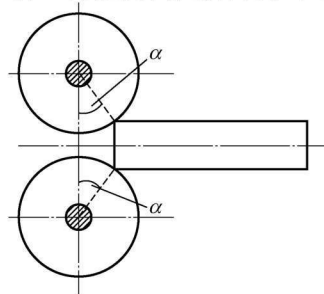


图 4-3

A $\alpha < \varphi_m$

B $\alpha > 90^\circ - \varphi_m$

C $\alpha > \varphi_m$

D $\alpha < 90^\circ - \varphi_m$

(4) 图 4-4 所示为一方桌的对称平面, 水平拉力 P 和桌子重 W 都作用在对称平面内, 桌腿 A 、 B 与地面之间的静滑动摩擦系数为 f 。若在对称平面内研究桌子所受的滑动摩擦力。以下四种情况下哪一种说法是正确的_____。

【注】: 书中凡标“※”为相对于少、中学时有一定难度的基本部分或专题部分内容; 书中凡标“☆”属专题部分内容, 主要供多、中学时选用。

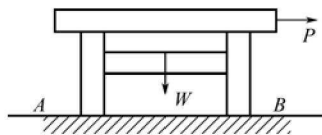


图 4-4

【A】当 $P=fW$ 时, 滑动摩擦力为 $F_{A\max}=F_{B\max}=fW/2$ 。

【B】当 $P=fW$ 时, 滑动摩擦力为 $F_{A\max}<F_{B\max}>fW/2$ 。

【C】当 $P<fW$ 时, 滑动摩擦力为 $F_A=F_B=fW/2$ 。

【D】当 $P>fW$ 时, 滑动摩擦力为 $F_A+F_B=fW$

【4-2 类】计算题 (考虑某一临界情况下的平衡问题)

[4-2-1] 重 P 的物体放在倾角为 α 的斜面上, 物体与斜面间的摩擦角为 φ , 如图 4-5 所示。如在物体上作用力 F , 此力与斜面的交角为 θ , 求拉动物体时的 F 值, 并问当角 θ 为何值时, 此力为极小。

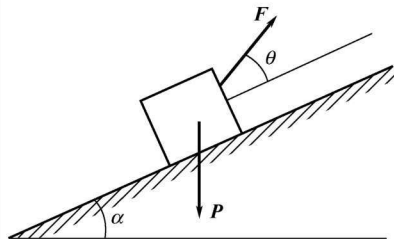


图 4-5

[4-2-2] A 物重 $P_A=5\text{ kN}$, B 物重 $P_B=6\text{ kN}$, A 物与 B 物间的静滑动摩擦系数 $f_{s1}=0.1$, B 物与地面间的静滑动摩擦系数 $f_{s2}=0.2$, 两物块由绕过一定滑轮的无重水平绳相连, 如图 4-6 所示。求使系统运动的水平力的最小值。

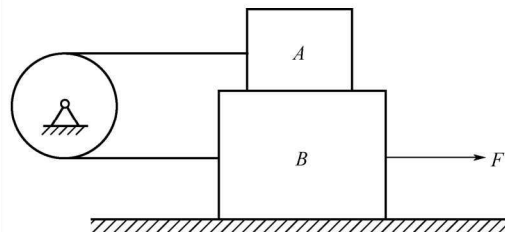


图 4-6

[4-2-3] 如图 4-7 所示, 置于 V 型槽中的棒料上作用一力偶, 力偶的矩 $M=15\text{N}\cdot\text{m}$ 时, 刚好能转动此棒料。已知棒料重 $P=400\text{N}$, 直径 $D=0.25\text{m}$, 不计滚动摩擦。试求棒料与 V 形槽间的静摩擦系数 f_s 。

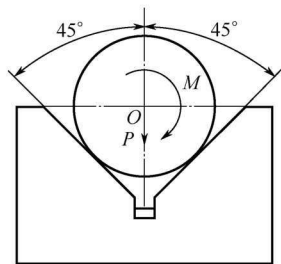


图 4-7

[4-2-4] 梯子 AB 靠在墙上, 其重为 $P=200\text{N}$, 如图 4-8 所示。梯长为 L , 并与水平面交角 $\theta=60^\circ$ 。已知接触面间的摩擦系数为 0.25。今有一重 $W=650\text{N}$ 的人沿梯上爬, 问人所能达到的最高点 D 到 A 的距离 s 应为多少?

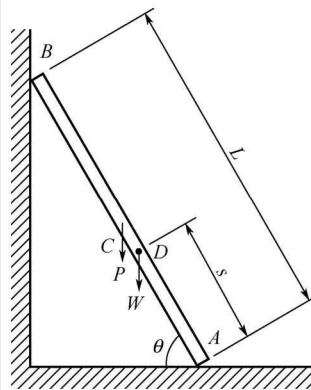


图 4-8

[4-2-5] 鼓轮 B 重 500N , 放在墙角里, 如图 4-9 所示。已知鼓轮与水平地板间的摩擦系数为 0.25 , 铅直墙壁则假定是绝对光滑的。鼓轮上的绳索下端挂着重物。设半径 $R=200\text{mm}$, $r=100\text{mm}$, 求平衡时重物 A 的最大重量。

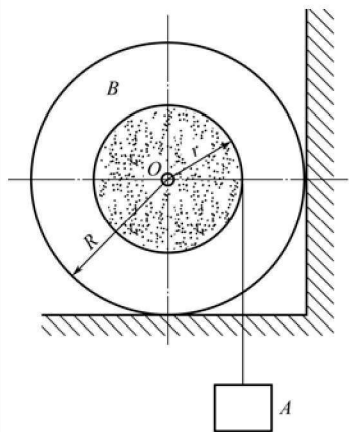


图 4-9

※[4-2-6] 鼓轮利用双闸块制动器制动, 设在杠杆的末端作用有大小为 200N 的力 F , 方向与杠杆垂直, 如图 4-10 所示。已知闸块与鼓轮的摩擦系数 $f_s=0.5$, 又 $2R=O_1O_2=KD=DC=O_1A=KL=O_2L=0.5\text{m}$, $O_1B=0.75\text{m}$, $AC=O_1D=1\text{m}$, $ED=0.25\text{m}$, 自重不计。试求作用于鼓轮上的制动力矩。

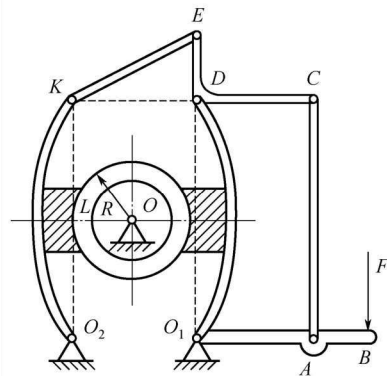


图 4-10